

BEST AVAILABLE COPY
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

IDS for
04-35 PVS

(11)Publication number : 09-283838

(43)Date of publication of application : 31.10.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 08-086980

(71)Applicant : TOSHIBA ELECTRON ENG CORP
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 10.04.1996

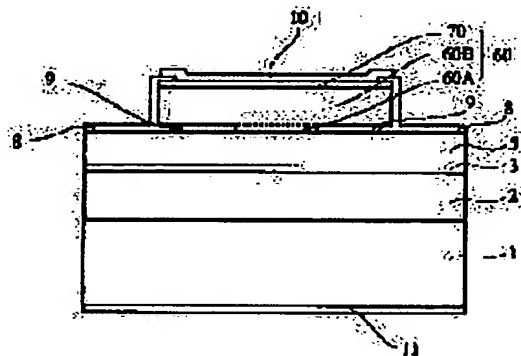
(72)Inventor : MATSUYAMA TAKAYUKI

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a stable single-mode oscillation by a method wherein a ridge part is formed with a second conductive type clad layer having a small diameter part formed in a current implantation region of a first clad layer, and a large diameter part forming a gap between a lower face of the periphery of the small diameter part and an upper face of the first clad layer.

SOLUTION: A ridge part 60 comprises a small diameter part 60A formed coming into contact with a first clad layer 5 in a direction of wave-guiding laser beams; and a ridge type InGaAs contact layer 70 formed on a large diameter part 60B and a large diameter part 60B formed integrally thereon. The small diameter part 60A is operated as a current implantation region, and the large diameter part 60B and the p-type InGaAs contact layer 70 are operated as an electrode formation region. A gap 9 is formed between a lower face of the large diameter part 60B of the periphery of the small diameter part 60A and an upper face of the first clad layer 5. The ridge 60 comprises the small diameter part 60A and the large diameter part 60B, and the current implantation region formed by the small diameter part 60A. Therefore, it is possible to enable a stable single-mode oscillation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than abandonment the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 30.04.2004

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-283838

(43)公開日 平成9年(1997)10月31日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-86980

(22)出願日 平成8年(1996)4月10日

(71)出願人 000221339

東芝電子エンジニアリング株式会社

神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 松山 隆之

神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1 東

芝電子エンジニアリング株式会社内

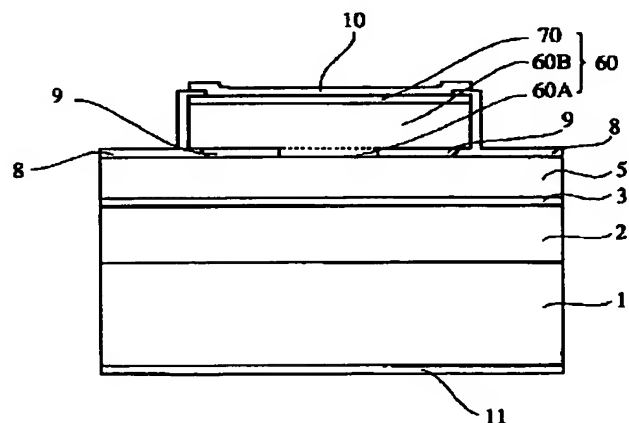
(74)代理人 弁理士 外川 英明

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】リッジ型半導体レーザ装置の単一モード性を維持したまま、素子抵抗を低下させ、高出力まで単一モードで発振する半導体レーザ装置を実現する。

【解決手段】活性層に対し基板と反対側のクラッド層内に絶縁物よりなる狭窄層を設け、同時に電流狭窄層上部の電極面積は大きく取れる構造を採用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】第一導電型半導体基板と、前記第一導電型半導体基板上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して形成された第一導電型クラッド層と、前記第一導電型クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して形成された活性層と、前記活性層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して形成された第二導電型の第 1 クラッド層と前記第二導電型の第 1 クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して形成されたリッジとを備え、前記リッジが前記第 1 クラッド層の電流注入領域に形成された経小部とこの経小部上にこれと一体で広面積に形成され且つ経小部周囲のその下面と前記第 1 クラッド層上面との間に間隙を形成する経大部とを有する第二導電型クラッド層からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】前記リッジの断面構造が、T 字状、逆凸状、台形状の何れかであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】前記リッジの経小部周囲の経大部下面と前記第 1 クラッド層との間の間隙に絶縁物質を充填してなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】第一導電型半導体基板上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第 1 クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第 1 クラッド層上の電流注入をすべき部分にストライプ状の非晶質膜を形成する工程、前記非晶質膜をマスクとして前記第 1 クラッド層上に前記第 1 クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記非晶質膜をエッチング除去し、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上、前記狭窄層上に、第二導電型の第 1 クラッド層と共同してクラッド層として作用する第二導電型の第 2 クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第 2 クラッド層の一部をエッチング除去し、前記電流注入領域よりも広い幅にリッジを形成する工程、前記リッジ側面より前記狭窄層をエッチング除去する工程をこの順に含むことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 5】第一導電型半導体基板上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第 1 クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第 1 クラッド層上に、前記第二導電型の第 1 クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記狭窄層の一部を溝状にエッチングし、電流注入

領域を形成する工程、前記電流注入領域、及び前記狭窄層上に、第二導電型の第 2 クラッド層を形成する工程、前記電流注入領域上に位置する前記第二導電型の第 2 クラッド層を前記電流注入領域幅より広く残し、他の前記第 2 クラッド層部分をエッチング除去し、経小部及び経大部を有するリッジを形成する工程、前記狭窄層をエッチング除去する工程をこの順に含むことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 6】第一導電型半導体基板上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第 1 クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第 1 クラッド層上に、前記第二導電型の第 1 クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記狭窄層の一部を溝状にエッチングし、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上に、第二導電型の第 1 クラッド層と共同してクラッド層として作用する第二導電型の第 2 クラッド層を選択エピタキシャル成長により、前記狭窄層上にまで展延して形成する工程、前記第 2 クラッド層下部の前記狭窄層をエッチング除去する工程、をこの順に含むことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 7】第一導電型半導体基板上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第 1 クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第 1 クラッド層上の電流注入をすべき部分に、ストライプ状の非晶質膜を形成する工程、前記非晶質膜をマスクとして前記第 1 クラッド層上に前記第 1 クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記非晶質膜をエッチング除去し、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上に、第二導電型の第 1 クラッド層と共同してクラッド層として作用する第二導電型の第 2 クラッド層を選択エピタキシャル成長により、前記狭窄層上にまで展延して形成する工程、前記第 2 クラッド層下部の前記狭窄層をエッチング除去する工程、をこの順に含むことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 8】第一導電型半導体基板上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または 1 層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の光ガイド層を形成する工程、前記第二導電型の光ガイド層上の電流注入をすべき領域に、ストライプ状の非晶質膜を形成する工程、非晶質膜をエ

ッチング除去し、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上に、第二導電型クラッド層を選択エピタキシャル成長により、前記狭窄層上にまで展延して形成する工程、前記第二クラッド層下部の前記狭窄層をエッチング除去する工程、をこの順に含むことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザ装置及びその製造方法の関し、特にしきい値電流が低く、素子抵抗が低いリッジ導波型半導体レーザ装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】リッジ導波型半導体レーザ装置は、埋め込み型半導体レーザ装置と比較して製造が簡単であり、また、構造上の特長から、素子の寄生容量が小さく、高速変調動作に適しているなどの利点がある。

【0003】次にこの種の従来のリッジ導波型半導体レーザ装置について図6に示したその製造工程を参照し説明する。n型InP基板81表面上に、n型InPクラッド層82、InGaAsPよりなる多重量子井戸活性層83、p型InGaAsP光ガイド層84、p型InPクラッド層85、p型InGaAsコンタクト層87をこの順にエピタキシャル成長する(図6(A))。

【0004】この後、p型InGaAsコンタクト層87上全面に第1の二酸化珪素膜93を形成し、リッジ94を形成すべき部分のみを残して他の二酸化珪素膜93をエッチング除去する。

【0005】引き続き、選択エッチングにより、二酸化珪素膜93に覆われた幅約10ミクロンのリッジ94を形成すべき部分を残し、p型InGaAsコンタクト層87、p型InPクラッド層85をエッチング除去する。この際、p型InPクラッド層85と、p型InGaAsP光ガイド層84は結晶組成が異なるため、エッチング液を選択することにより選択エッチングが可能となる(図6(B))。

【0006】この後、エッチングマスクとして用いた第1の二酸化珪素膜93を除去し、リッジ状のp型InGaAsコンタクト層87、p型InPクラッド層85側面と、エッチングにより露出したp型InGaAsP光ガイド層84表面全面に第2の二酸化珪素保護膜88を形成する。

【0007】引き続き、上記ストライプ状に残されたp型InGaAsコンタクト層87表面の第2の二酸化珪素保護膜88の一部をエッチング除去し、コンタクト窓92を設ける(図6(C))。

【0008】引き続き、コンタクト窓92上にp型電極90を形成し、n型InP基板81の裏面を研磨して厚さを調整した後、n型電極91を形成することにより、リッジ導波型半導体レーザ装置を得ることができる(図

6(D))。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】一般に半導体レーザ装置では、リッジ上面の幅は、コンタクト窓形成のためのマスク合わせができ、且つ素子抵抗を下げるために広い電極形成領域が得られるように十分な幅が必要であり、そのためには約10ミクロン以下にする事が困難である。一方、基本導波モードでの発振を得るためには、リッジ下面の電流注入領域が2.5ミクロン以下が必要であり、両者は相反する関係にある。

【0010】ところで、上記従来の半導体レーザ装置では、リッジ94は縦断面矩形状で、上面及び下面幅は等しく、コンタクト窓形成による制約からその幅は10ミクロン程度になっている。そのため基本導波モード以外の発振モードを含んでいる。

【0011】本発明は上記の問題点に鑑みなされたもので、基本導波モードでの発振が可能で、かつ、素子抵抗の低いリッジ型半導体レーザ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るレーザ装置では、第一導電型半導体基板と、前記第一導電型半導体基板上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して形成された第一導電型クラッド層と、前記第一導電型クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して形成された活性層と、前記活性層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して形成された第二導電型の第1クラッド層と、前記第二導電型の第1クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して形成されたリッジとを備え、前記リッジが前記第1クラッド層の電流注入領域に形成された経小部とこの経小部上にこれと一体で広面積に形成され且つ経小部周囲のその下面と前記第1クラッド層上面との間に間隙を形成する経大部とを有する第二導電型クラッド層からなることを特徴とする。

【0013】また、前記リッジの断面構造が、T字状、逆凸状、台形状の何れかであることを特徴とする。

【0014】また、前記リッジの経小部周囲の経大部下面と前記第1クラッド層との間の間隙に絶縁物質を充填してなることを特徴とする。

【0015】また、上記の課題を解決するため、本発明に係る半導体レーザ装置の製造方法では、第一導電型半導体基板上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第一クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第一クラッド層上の電流注入をすべき部分にストライプ状の非晶質膜を形成する工程、前記非晶質膜をマスクとして前記第

ークラッド層上に前記第一クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記非晶質膜をエッチング除去し、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上、前記狭窄層上に、第二導電型の第一クラッド層と共同してクラッド層として作用する第二導電型の第二クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第二クラッド層の一部をエッチング除去し、前記電流注入領域よりも広い幅にリッジを形成する工程、前記リッジ側面より前記狭窄層をエッチング除去する工程をこの順に含むことを特徴とする。

【0016】また、本発明に係る半導体レーザ装置の製造方法では、第一導電型半導体基板上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第一クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第一クラッド層上に、前記第二導電型の第一クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記狭窄層の一部を溝状にエッチングし、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域、及び前記狭窄層上に、第二導電型の第二クラッド層を形成する工程、前記電流注入領域上に位置する前記第二導電型の第二クラッド層を前記電流注入領域幅より広く残し、他の前記第2クラッド層部分をエッチング除去し、経小部及び経大部を有するリッジを形成する工程、前記狭窄層をエッチング除去する工程をこの順に含むことを特徴とする。

【0017】また、本発明に係る半導体レーザ装置の製造方法では、第一導電型半導体基板上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第一クラッド層を形成する工程、前記第二導電型の第一クラッド層上に、前記第二導電型の第一クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記狭窄層の一部を溝状にエッチングし、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上に、第二導電型の第一クラッド層と共同してクラッド層として作用する第二導電型の第二クラッド層を選択エピタキシャル成長により、前記狭窄層上にまで展延して形成する工程、前記第二クラッド層下部の前記狭窄層をエッチング除去する工程、をこの順に含むことを特徴とする。

【0018】また、本発明に係る半導体レーザ装置の製造方法では、第一導電型半導体基板上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の第一クラッド層を形成する工程、

前記第二導電型の第一クラッド層上の電流を注入すべき部分に、ストライプ状の非晶質膜を形成する工程、前記非晶質膜をマスクとして前記第一クラッド層上に前記第一クラッド層と組成の異なる狭窄層を形成する工程、前記非晶質膜をエッチング除去し、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上に、第二導電型の第一クラッド層と共同してクラッド層として作用する第二導電型の第二クラッド層を選択エピタキシャル成長により、前記狭窄層上にまで展延して形成する工程、前記第二クラッド層下部の前記狭窄層をエッチング除去する工程、をこの順に含むことを特徴とする。

【0019】また、本発明に係る半導体レーザ装置の製造方法では、第一導電型半導体基板上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して第一導電型クラッド層を形成する工程、前記第一導電型クラッド層上に直接または1層ないし数層の結晶層を介して活性層を形成する工程、前記活性層上に直接または一層ないし数層の結晶層を介して第二導電型の光ガイド層を形成する工程、前記第二導電型の光ガイド層上の電流を注入すべき領域に、ストライプ状の非晶質膜を形成する工程、非晶質膜をエッチング除去し、電流注入領域を形成する工程、前記電流注入領域上に、第二導電型クラッド層を選択エピタキシャル成長により、前記狭窄層上にまで展延して形成する工程、前記第二クラッド層下部の前記狭窄層をエッチング除去する工程、をこの順に含むことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施の形態に係る半導体レーザ装置につき、図1を用いて詳細に説明する。図1は半導体レーザ装置の断面図である。

【0021】S（硫黄）添加で、キャリア濃度が $3 \times 10^{18} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 程度のn型InP基板1表面上に、厚さ2ミクロンの、S添加でキャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 程度のn型InPクラッド層2、厚さ7nmでPL（フォトルミネセンス）発光波長1.35ミクロンの不純物不添加InGaAsP井戸層と、厚さ10nmでPL発光波長1.1ミクロンの不純物不添加InGaAsP障壁層10組よりなる多重量子井戸活性層3、厚さ0.3ミクロンのZn（亜鉛）添加でキャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ のp型InP第1クラッド層5がMOCVD法により順次積層形成されている。

【0022】また、前記p型InP第1クラッド層5の上面中央部にはZn添加でキャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ のp型InP第2クラッド層及びp型InGaAsコンタクト層から成る縦断面T字型リッジ60が形成されている。

【0023】このリッジ60は、レーザ光を導波すべき方向に幅1.5ミクロン、厚さ0.2ミクロンで第1クラッド層5と接触形成された経小部60Aと、この経小部60A上に一体形成された幅10ミクロン、厚さ1.5ミクロンの経大部60B、及び経大部60B上に形成

10

20

30

40

50

されたリッジ状p型InGaAsコンタクト層70とからなる。そしてこの経小部60Aは電流注入領域として作用し、経大部60B及びp型InGaAsコンタクト層70は、電極形成領域として作用する。またリッジ60は、経小部60A周辺の経大部60B下面と第1のクラッド層5上面との間に、0.2ミクロンの間隙9が形成されている。

【0024】そして第1クラッド層5周辺、リッジ60の経大部60A側面及びコンタクト層70の周辺は、二酸化珪素保護膜8で被覆され、露出されたp型InGaAsコンタクト層7上には、p型電極10が形成されている。

【0025】一方n型InP基板1の裏面には、研磨により厚さを調整した後、n型電極11が形成されている。上述した半導体レーザ装置においては、リッジ60を経小部60Aと経大部60Bとで構成し、1.5ミクロン幅に形成された経小部60Aによって電流注入領域を形成しているため、安定した単一モード発振が可能である。また、10ミクロン幅に形成した経大部60B上にp型電極を形成しているため、十分に素子抵抗を下げる

【0026】また、p型InP第1クラッド層5と、リッジ60の経小部60Aの周辺の経大部60Bの下面とは、間隙9によって分離されているため、この間の電気的耐圧は高く、また、p型InP第1クラッド層5と間隙9の空気との屈折率差が大きいため、高い光出力迄安定したモードでの発振が可能である。

【0027】次に、本発明の第二の実施の形態に係る上記半導体レーザ装置の製造方法を図2を参照して説明する。まず、n型InP基板1上に、第1のMOCVD成長により、厚さ2ミクロンのn型InPクラッド層2、InGaAsPよりなる多重量子井戸活性層3、厚さ0.3ミクロンのp型InP第1クラッド層5が順次積層形成される(図2(A))。

【0028】次に、p型InP第1クラッド層5上全面に非晶質層である第1の二酸化珪素膜21を形成した後、約1.5ミクロンの幅のストライプ状に第1の二酸化珪素膜21部分を残して他を除去し、前記のストライプ状の第1の二酸化珪素膜21をマスクとして第1クラッド層5上に狭窄層となるn型InGaAs層22を選択成長させる(図2(B))。

【0029】続いて第1の二酸化珪素膜21をエッチング除去し、狭窄層となるn型InGaAs22、及びp型InP第1クラッド層5上に、p型InP第2クラッド層6、及びp型InGaAsコンタクト層7をこの順に第2のMOCVD法により成長させる(図2(C))。

【0030】続いて、p型InGaAsコンタクト層7上に第二の二酸化珪素膜23を形成し、リッジを形成すべき部分のみを残してエッチング除去する(図2

(D))。次に前記の第二の二酸化珪素膜23をマスクとしてp型InGaAsコンタクト層7、p型InP第2クラッド層6を選択エッチングし、第1クラッド層5に接触形成された経小部60Aとその経小部60A上に一体形成された経大部60B、p型InGaAsコンタクト層70を有するリッジ60を形成する(図2(E))。

【0031】その後、前記第1クラッド層5上のn型InGaAs層22をエッチング除去し、リッジ60の経小部60A周辺の経大部60B下面と第1クラッド層5上面との間に間隙9を形成する(図2(F))。

【0032】次に第1クラッド層5の上面周辺、リッジ60の経大部60B側面及びコンタクト層70側面及び上面全体に二酸化珪素保護膜8を形成する。なお、リッジ60の経大部60B下面の間隙には保護膜8は形成しない。

【0033】この二酸化珪素保護膜8の形成は、例えば異方性の強い真空蒸着法を用いればよい。次に、コンタクト層70上のp型電極を形成すべき部分の二酸化珪素保護膜8のみをエッチング除去してコンタクト窓7Aを設ける(図2(G))。

【0034】引き続き、前記コンタクト窓7A部のコンタクト層70上にAuZnよりなるp型電極10を形成し、n型InP基板裏面を必要に応じて適当な厚さに研磨した後、AuGeよりなるn型電極11を形成し、図1に示す半導体レーザ装置を得る(図2(H))。

【0035】上記製造方法によれば、第1の二酸化珪素膜21を用いて電流注入領域となるリッジ60の経小部60Aを形成し、且つ、これとは別の第2の二酸化珪素膜23を用いて電極形成領域となるリッジ60の経大部60Bを形成しており、1.5ミクロン幅の電流注入領域及び10ミクロン以上の広い幅の電極形成面積をもったリッジを容易に得られる。

【0036】次に、上記本発明の第三の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を、図3を用いて説明する。ここで、図2と同一の部分には同一の番号を付し説明を省略する。

【0037】図3(A)は、n型InPクラッド層2、多重量子井戸活性層3、p型InP第1クラッド層5よりなるダブルヘテロ構造の上にn型InGaAs層22を連続して形成したものである。

【0038】ここで、後の工程で電流注入部を設けるべき部分に開口部を有するレジスト膜41を形成し、前記レジスト膜41をマスクとしてn型InGaAs層22を選択エッチングする(図3(B))。

【0039】引き続き、レジスト膜41を除去した後、上述の図2(C)と同様の方法でp型InP第2クラッド層6、p型InGaAsコンタクト層7をこの順に形成する(図3(C))。

【0040】この後、図2(D)から図2(H)の説明

で記載した方法によって、半導体レーザ装置を得ることができる。ここで示した、上記本発明の第三の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法によれば、上述の半導体レーザ装置の製造方法による効果に付加して次のような特有の効果がある。すなわち、二回目のMOCVD成長でコンタクト層まで成長してしまうため、半導体レーザ装置を作成するまでの結晶成長工程は2回で終了する事ができ、工程の簡素化ができる。

【0041】次に、本発明の第四の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を、図4を用いて説明する。ここで、図面に付した番号のうち、図2と同一の部分には同一の番号を付し説明を省略する。

【0042】まず、n型InP基板1上に、第1のMOCVD成長により、厚さ2ミクロンのn型InPクラッド層2、InGaAsPよりなる多重量子井戸層3、厚さ0.3ミクロンのp型InP第一クラッド層5を順次積層形成させる(図4(A))。次にp型InP第一クラッド層5上全面に第1の二酸化珪素膜を形成した後、約1.5ミクロンの幅のストライプ状の第1の二酸化珪素膜21のみを残し他を除去する。更に、第二のMOCVD成長により第1の二酸化珪素膜21以外の第1のクラッド層5上に選択的にn型InGaAs層22を成長させる(図4(B))。

【0043】続いて、第1の二酸化珪素膜21を除去し、再度n型InGaAs層22及び第1のクラッド層5上全面に第2の二酸化珪素膜63を形成する。更に、前記狭窄層22より露出された第1クラッド層5部分を含み、約10μの幅のリッジを形成すべき部分の前記第2の二酸化珪素膜63をストライプ状に除去する(図4(C))。

【0044】次に、前記第2の二酸化珪素膜63をマスクとしてp型InP第2クラッド層、p型InGaAsコンタクト層を、第3のMOCVD成長により連続的に選択形成し、第1クラッド層5に接触形成されたp型InP第2クラッド層よりなる経小部64Aとその経小部64Aの上に一体形成された経大部64B、および経大部64B上に一体形成されたp型InGaAsコンタクト層65よりなるリッジ64を形成する。このとき、リッジの側面66は(111)面をなして台形状に成長する(図4(D))。

【0045】続いて、p型InGaAsコンタクト層65および第二の二酸化珪素膜63をマスクとして塩酸系エッチング液により、リッジ層64の経大部64Bの側面66をエッチングする。これにより、リッジ側面66の表面は結晶面方位が

【0046】

【外1】

(0 0 1)

をなすようにエッチングされ、基板表面に垂直なリッジ

側面73となり、リッジ側面66と第2の二酸化珪素膜63との間に開口部67が形成される。

【0047】このようなエッチングを行った場合には、InGaAsコンタクト層65下部のInPクラッド層のアンダーカットは生じない。引き続き、この開口部を通して硫酸系エッチング液により、開口部より露出したn型InGaAs層22をエッチングし、リッジ層64の経大部64B下部のn型InGaAs層22を完全に除去する。これにより、リッジ64の経大部64Bの下面と第1クラッド層5上面との間に間隙9が形成される(図4(E))。続いて、基板表面全体に二酸化珪素保護膜8を形成した後、リッジ64上部のコンタクト層65のp型電極を形成すべき部分のみ、二酸化珪素保護膜8を除去しコンタクト窓7を開け、リフトオフ法により、AuZnよりなるp型電極10を形成する。

【0048】引き続き、基板裏面を研磨して適当な厚さに調整した後、基板裏面にAuGeによりn型電極11を形成し、半導体レーザ装置を得る(図4(F))。上述の本発明の第四の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法によれば、本発明の第二の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法で述べた利点に加え、下記の利点がある。すなわち、リッジ64を選択成長により形成しているので自己整合的に成長ができ、マスク合わせが必要なく、製造が簡単である。

【0049】次に、本発明の第五の実施の形態に係る半導体レーザ装置につき、図5を用いて詳細に説明する。図5(A)は、半導体レーザ装置の断面図、図5(B)は、図5(A)のX-Y方向の断面図である。

【0050】図5(A)、図5(B)において、図1と同一部分には同一番号を示し、同一部分については説明を省略する。図5(A)に示すように、ここでは多重量子井戸活性層3上に0.2ミクロンのp型InGaAsP光ガイド層4が載置されている。また、図5(B)に示すように、上記p型InGaAsP光ガイド層4上には半導体レーザ装置の発振波長に合わせたグレーティングが形成されている。

【0051】この第五の実施の形態に係る半導体レーザ装置によれば、上記第一の実施の形態に係る半導体レーザ装置の特長に加えて、グレーティングによって発振波長の制御が可能である。

【0052】上記の各実施の形態の説明では、n型InP基板を用いた、多重量子井戸構造の活性層を有する半導体レーザ装置について説明したが、本発明の実施の適用はこれに限るものではなく、ダブルヘテロ構造の半導体レーザ装置、GaAs基板上に形成された、GaAlAs、GaAsP、GaAlAsP等を活性層、クラッド層に用いた半導体レーザ装置等にも適用できることは言うまでもない。また、第1のクラッド層に代えて光ガイド層を用いてもよい。

【0053】また、上記の各実施の形態において、リッ

ジの経大部下面と第1クラッド層上面との間隙に二酸化珪素、窒化珪素、酸化ストロンチウム等の屈折率の小さい絶縁物質を充填してもよい。

【0054】この場合には、例えば、二酸化珪素膜の屈折率は1.5程度であり、気体と比較すれば大きい、InPと比較すれば十分に小さく、また、二酸化珪素膜は誘電体であり、p型InP第1クラッド層5とp型InP第2クラッド層6との間の電氣的耐圧を十分に大きく取ることができ、本発明の効果を享受することができる。また、リッジは縦断面逆凸形、逆台形状に形成しても良い。

【0055】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、基本導波モードでの発振が可能で且つ素子抵抗の低い、リッジ型半導体レーザ装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態に係る半導体レーザ装置の断面図である。

【図2】本発明の第二の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程断面図である。

【図3】本発明の第三の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程断面図の一部である。

【図4】本発明の第四の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程断面図の一部である。

【図5】本発明の第五の実施の形態に係る半導体レーザ装置の断面図である。

【図6】従来の半導体レーザ装置の製造工程断面図の一部である。

10

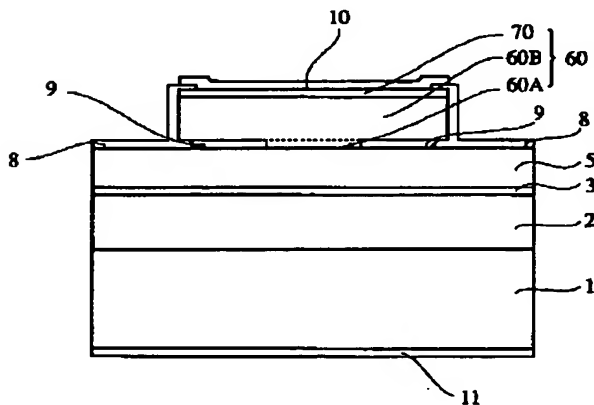
20

*

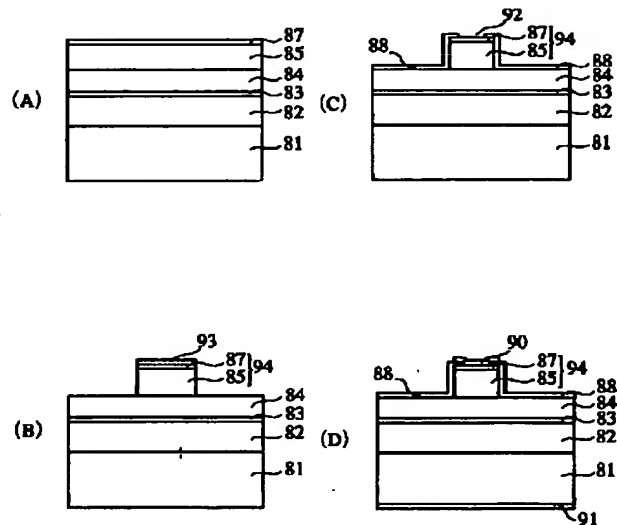
*【符号の説明】

- 1、81・・・n型InP基板
- 2、82・・・n型InPクラッド層
- 3、83・・・多重量子井戸活性層
- 4、84・・・p型InGaAsP光ガイド層
- 5・・・p型InP第1クラッド層
- 85・・・p型InPクラッド層
- 6・・・p型InP第2クラッド層
- 60、64、94・・・リッジ
- 60A、64A・・・リッジの経小部
- 60B、64B・・・リッジの経大部
- 65、70・・・リッジ状p型InGaAsコンタクト層
- 7、87・・・p型InGaAsコンタクト層
- 8・・・二酸化珪素保護膜
- 88・・・第2の二酸化珪素保護膜
- 9・・・間隙
- 10、90・・・p型電極
- 11、91・・・n型電極
- 7A、92・・・コンタクト窓
- 21・・・第1の二酸化珪素膜（非晶質膜）
- 22・・・n型InGaAs層（狭窄層）
- 23、63・・・第2の二酸化珪素膜
- 66・・・リッジ側面
- 67・・・開口部
- 73・・・垂直なリッジ側面
- 93・・・第1の二酸化珪素膜（非晶質膜）

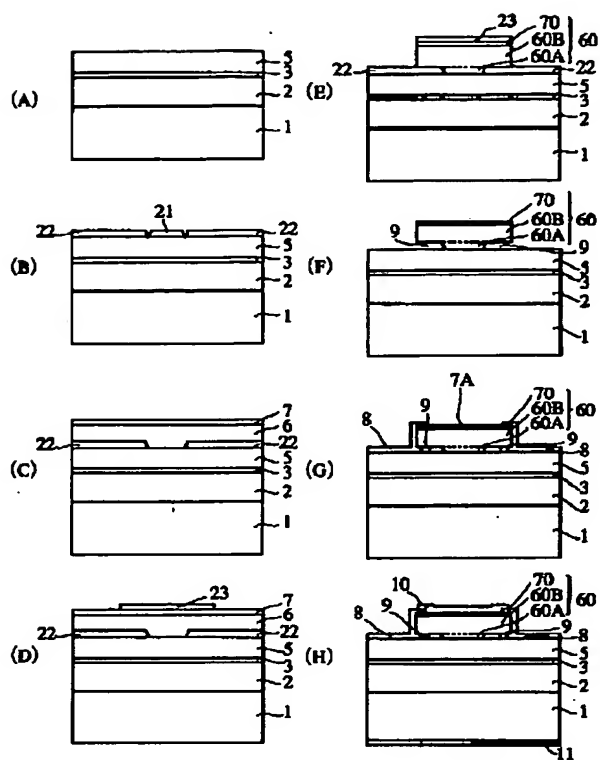
【図1】



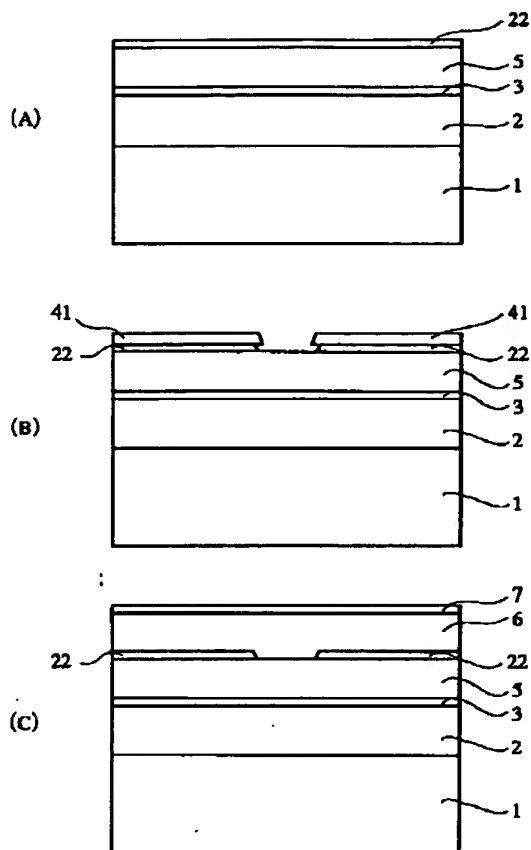
【図6】



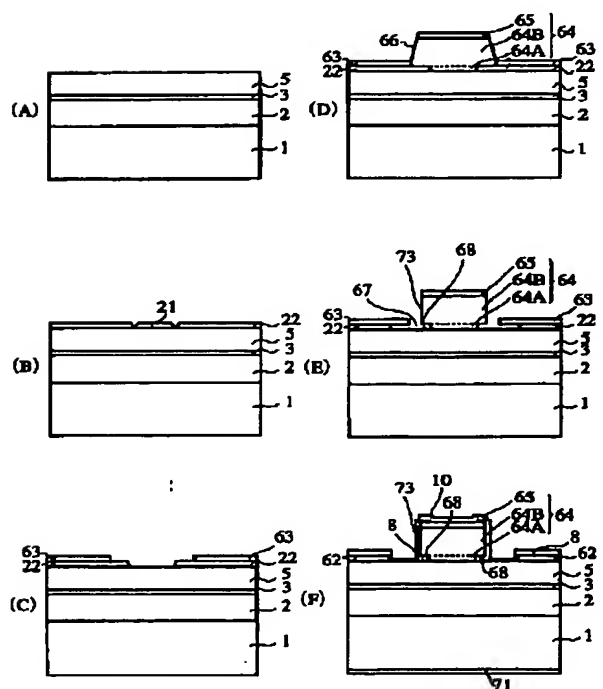
【図2】



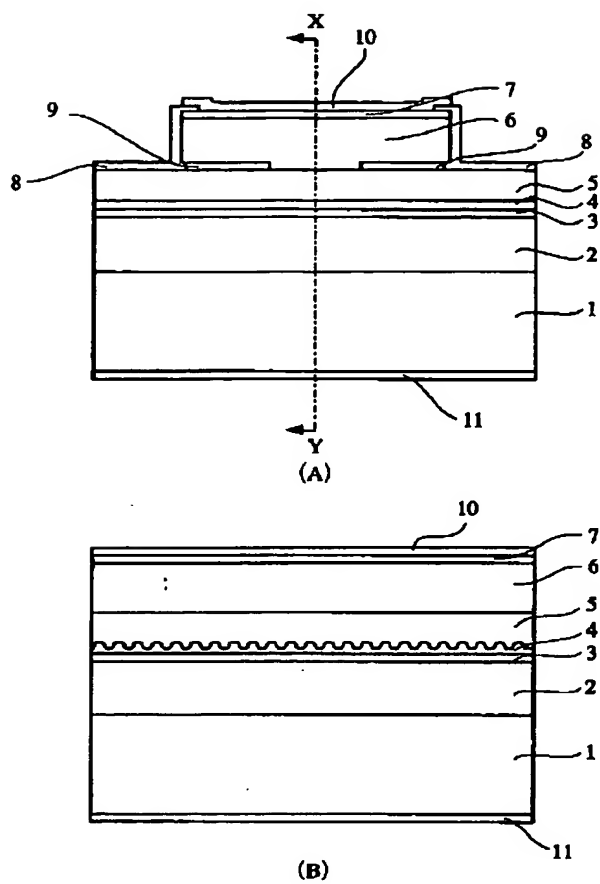
【図3】



【図4】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ ~~GRAY SCALE DOCUMENTS~~
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.